

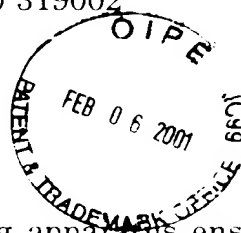
Abstract

Problems to be solved:

To provide a small-sized fuel reforming apparatus ensuring instant evaporation of an injected liquid raw fuel, stability of the vapor temperature against load fluctuation, and improved durability due to decreased thermal stress.

Means to solve the problems:

An evaporator 21 comprises: an evaporating chamber 50 generating raw fuel vapor by evaporating liquid raw fuel with the use of the combustion gas generated at a combustor; a heating chamber 60 heating the thus generated raw fuel vapor with the combustion gas discharged from the evaporating chamber 50; and a guide passage 70 for guiding the combustion gas from the evaporating chamber 50 toward the heating chamber 60 along a bottom surface 50A of the evaporating chamber 50. In the heating chamber 60, the raw fuel vapor generated at the evaporating chamber 50 and flowing within a vapor tube 61 is heated under uniform temperature distribution of the ambient atmosphere due to the combustion gas discharged from a heating medium tube 51.



〔書誌＋要約＋請求の範囲〕

- 19【発行国】日本国特許庁(JP)
 12【公報種別】公開特許公報(A)
 11【公開番号】特開2000-319002(P2000-319002A)
 43【公開日】平成12年11月21日(2000.11.21)
 54【発明の名称】燃料改質装置
 51【国際特許分類第7版】

C01B 3/32
 H01M 8/06

〔FI〕

C01B 3/32 A
 H01M 8/06 G

〔審査請求〕未請求

〔請求項の数〕4

〔出願形態〕OL

〔全頁数〕10

(21)【出願番号】特願平11-125366

(22)【出願日】平成11年4月30日(1999.4.30)

(71)【出願人】

〔識別番号〕000005326

〔氏名又は名称〕本田技研工業株式会社

〔住所又は居所〕東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)【発明者】

〔氏名〕中村 雅人

〔住所又は居所〕埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)【発明者】

〔氏名〕安部 直行

〔住所又は居所〕埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)【発明者】

〔氏名〕笠原 清志

〔住所又は居所〕埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)【発明者】

〔氏名〕斗ヶ沢 秀一

〔住所又は居所〕埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)【発明者】

〔氏名〕浅野 裕次

〔住所又は居所〕埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(74)【代理人】

〔識別番号〕100064908

〔弁理士〕

〔氏名又は名称〕志賀 正武(外8名)

〔テーマコード(参考)〕

4C040
 5H027

〔Fターム(参考)〕

4C040 EA02 EA06 EA07 EB03 EB14 EB42
 5H027 AA06 BA01 BA09

(57)【要約】

【課題】装置の小型化、噴射液体原燃料の瞬時蒸発、負荷変動に対する蒸気温度の安定化、及び熱応力緩和による耐久性の向上。

【解決手段】蒸発器21は、燃焼器で生成した燃焼ガスにより液体原燃料を蒸発させて原燃料蒸気を生成する蒸発室50と、生成した原燃料蒸気を蒸発室50を出た燃焼ガスにより加熱する加熱室60と、蒸発室50を出た燃焼ガスを蒸発室50の床面50Aに沿わせながら加熱室60へ送る案内通路70とを備える。加熱室60では、蒸気室50で生成した原燃料蒸気が蒸気チューブ61を通り、この原燃料蒸気が熱媒チューブ51を出た燃焼ガスによる均一温度雰囲気下で加熱される。

【特許請求の範囲】

【請求項1】液体原燃料を蒸発器で蒸発させて原燃料蒸気とし、この原燃料蒸気を改質器で改質して燃料電池本体に発電燃料として供給される水素リッチな改質ガスを生成する燃料改質装置であって、前記蒸発器は、燃焼ガスを熱媒チューブに通すとともに、この熱媒チューブに向けて液体原燃料を噴霧することにより、原燃料蒸気を生成する蒸発室と、この原燃料蒸気を蒸気チューブに通すとともに、この蒸気チューブの周囲に前記熱媒チューブを出た燃焼ガスを通すことにより、原燃料蒸気を加熱する加熱室とを備えることを特徴とする燃料改質装置。

【請求項2】前記蒸発器は、前記熱媒チューブを出た燃焼ガスを前記蒸発室の床面に沿わせながら前記加熱室へ送る案内通路を備えることを特徴とする請求項1記載の燃料改質装置。

【請求項3】前記蒸発器を出た燃焼ガスを熱媒にして原燃料蒸気を生成する補助蒸発器を備えることを特徴とする請求項1または請求項2記載の燃料改質装置。

【請求項4】前記補助蒸発器で生成された原燃料蒸気は、前記蒸発室に導かれ、前記加熱室を経由して前記改質器へ送られることを特徴とする請求項3記載の燃料改質装置。

詳細な説明

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池本体に発電燃料として供給される水素リッチな改質ガスを生成する燃料改質装置に係わり、特に、改質反応に供される原燃料蒸気を生成する蒸発器に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、固体電解質型の燃料電池システムは、固体高分子電解質膜をアノード及びカソードで挟持したセルを積層させて構成したスタックセルを具備してなる燃料電池本体に、燃料改質装置で生成された水素リッチな改質ガスとエア（酸素）を供給することにより、電気化学反応を起こして発電するシステムであり、近年、自動車の駆動用電源に用いられてきている。

【0003】この燃料改質装置は、炭化水素（例えば、メタノール）および水を含む液体原燃料を蒸発させる蒸発器と、蒸発器で生成された原燃料蒸気を改質触媒層に通して水素リッチな改質ガスを生成する改質器と、改質器で生成された改質ガスを選択酸化触媒層に通して改質ガス中の一酸化炭素を選択的に除去するCO除去器とを主たる構成要素としている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、蒸気の発生に関しては一般的にボイラが知られており、また、一般的な熱交換器として知られている積層プレート式やシェル＆チューブ式等の熱交換器によっても蒸気を発生させることができる。従って、単に蒸気を生成して定常蒸気量の供給を主とするのであれば、ボイラや熱交換器の蒸気生成機構を燃料改質装置の蒸発器に適用することもできる。

【0005】しかしながら、従来のボイラや熱交換器は、蒸気発生運転開始までの暖機に長時間を要するという問題があり、良好な始動性の確保に支障がある。また、ボイラは、蒸気の必要量に見合う能力を有し、かつ常に一定量の蒸気を蒸気室に溜めておくものであるから、必要時に必要相当の蒸気を供給できる一方で、不要時にはバルブを閉じなければならない。このため、ボイラは、蒸気室をバルブ閉塞時の内圧上昇に耐えるだけの耐圧構造としておく必要上、大型化を避けられず、車載用としては不向きである。

【0006】他方、プレート式熱交換器は、熱交換効率が低いというメリットを有するが、熱源である燃焼ガスの通路を十分に確保しておかないと通路圧損が大きくなって燃焼ガスが流れなくなり、結局、大型化を招いてしまう。しかも、熱交換器内部に液相部を有した状態で順次蒸発させる仕組みであるから、定常蒸発では問題を生じないが、蒸気が不要となった時には蒸気を止めることができない。ここで、出口にバルブを設けて蒸気不要時にバルブを閉じる構成とした場合には、耐圧構造を要するため、大型化を避けられない。

【0007】シェル＆チューブ式熱交換器は、熱源となる燃焼ガスを低圧損で流すことができるというメリットを有するが、蒸気発生のための熱交換効率を向上させる必要がある。また、発生蒸気温度が負荷により大きく変動（低負荷では高温、高負荷では低温となる。）するため、蒸気温度の安定化も必要である。

【0008】さらに、シェル内に配列されたチューブ内に燃焼ガスを通し、チューブ外面に燃料を噴射して瞬時蒸発させる仕組みであるから、燃料噴射時の飛散等により燃料がシェル底面に液滴状態で落下すると、その部分に時間とともに液溜まりができてしまい、蒸気不要時の蒸気切れが悪化する。しかも、燃料をチューブに直接吹き付けるから、燃焼ガスと液体燃料のサーマルサイクルによる熱応力が厳しい。

【0009】このように、従来のボイラや熱交換器では、車載用燃料電池システムの蒸発器に要求される特性、すなわち、小型化、蒸発レスポンスの向上（瞬時蒸発による蒸発残りの防止）、及び高効率化を満足することができない。さらに、この種の蒸発器には、熱応力を緩和し得る構造とすることによる耐久性の向上も望まれる。

【0010】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、装置の小型化、噴射液体原燃料の瞬時蒸発、負荷変動に対する蒸気温度の安定化、及び熱応力緩和による耐久性向上を実現することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、液体原燃料を蒸発器で蒸発させて原燃料蒸気とし、この原燃料蒸気を改質器で改質して燃料電池本体に発電燃料として供給される水素リッチな改質ガスを生成する燃料改質装置であって、前記蒸発器は、燃焼ガ

スを通すとともに、この熱媒チューブに向けて液体原燃料を噴霧することにより、原燃料蒸気を生成する蒸発室と、この原燃料蒸気を蒸気チューブに通すとともに、この蒸気チューブの周囲に前記熱媒チューブを出た燃焼ガスを通すことにより、原燃料蒸気を加熱する加熱室とを備えることを特徴とするものである。

【0012】蒸発室では、液体原燃料が燃焼ガスの通る熱媒チューブに噴霧されて瞬時蒸発するため、蒸発残りをほとんどなくすることができる。よって、必要量の供給液体原燃料に対し、必要量の原燃料蒸気を瞬時に生成できるだけでなく、蒸気不要時には、蒸気カットを有効に行えるようになる。さらに、蒸発残りが順次蒸発することによる内圧上昇のおそれも回避できるから、耐圧構造も不要となる。

【0013】加熱室では、蒸発室で生成された原燃料蒸気が、燃焼ガス雰囲気中に配された蒸気チューブを通りながら加熱されるため、原燃料蒸気を燃焼ガスの通る熱媒チューブの周囲に送る場合とは異なり、均一温度雰囲気下での加熱が行え、原燃料蒸気の加熱温度をより安定化させることが可能となる。よって、負荷変動に対応して原燃料蒸気の生成量が変動しても、改質に適した温度の原燃料蒸気を改質器へ送ることが可能となる。

【0014】案内通路を介して、熱媒チューブを出た燃焼ガスを蒸発室の床面に沿わせながら加熱室へ送る構成では、仮に、燃料噴霧時の飛散等により液体原燃料が瞬時蒸発されずに蒸発室の床面に液滴状態で落下しても、案内通路を通る燃焼ガスで床面が加熱されるから液溜まりを防止でき、蒸気不要時の蒸気カットをより有効に行うことが可能となる。

【0015】蒸発器を出た燃焼ガスを熱媒にして原燃料蒸気を生成する補助蒸発器を備えた構成では、負荷の急増に対応して原燃料蒸気の必要量が急増しても、蒸発器で生成し得る原燃料蒸気の不足分をタイミング良く補給し得て、応答性が良好となる。しかも、補助蒸発器で原燃料蒸気を生成するための熱源に、蒸発器を出た燃焼ガスを利用するため、蒸気生成のために新たなエネルギーを要しない。

【0016】さらに、補助蒸発器で生成された原燃料蒸気を蒸発室へ導き、加熱室を経由させて改質器へ送る構成では、蒸発室で生成された原燃料蒸気と同様に、補助蒸発器で生成された原燃料蒸気も加熱室で加熱されるため、負荷急増時であっても、補給分を含む必要量の原燃料蒸気を改質に適した蒸気温度にしたうえで、改質器へ送ることが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて、本発明の実施の形態について説明する。まず、本実施形態に係る燃料改質装置を具備した燃料電池システムの全体構成について、図6を参照しつつ説明する。同図において、符号10は燃料電池本体、20は燃料改質装置、30はモータを示している。

【0018】燃料改質装置20は、メタノールと水の混合液(液体原燃料)を気化して原燃料蒸気を生成する蒸発器21と、該蒸発器21の暖機および液体原燃料の気化に利用される燃焼ガスを生成する燃焼器22と、前記原燃料蒸気を改質触媒層に通して水素リッチな改質ガスを生成する改質器23と、前記改質ガスを選択酸化触媒層に通して改質ガス中の一酸化炭素を選択的に酸化し除去するCO除去器24と、前記改質器23およびCO除去器24の暖機に利用される燃焼ガスを生成する始動燃焼器25とを主たる構成要素としている。

【0019】燃焼器22には、燃焼状態を持続させるための燃焼用触媒41と、着火源である電気ヒータ42とが収納されていると共に、器内に始動用燃料(例えば、メタノール)及び空気を供給するためのノズル43が取り付けられている(図3)。また、燃焼器22には、始動から定常運転に至るまでの間に生成された改質ガス、及び定常運転時に燃料電池本体10から排出された未反応水素を含むガス(以下、これらをオフガスという。)を燃焼用燃料として器内に戻すためのオフガス管44が接続されている。

【0020】始動燃焼器25は、燃焼器22と略同様の構成を有している。すなわち、器内に燃焼状態を持続させるための燃焼用触媒と、着火源であるグロープラグとが収納されているとともに、始動用燃料(例えば、メタノール)および空気を供給するためのノズルが取り付けられてなる。

【0021】蒸発器21は、図1および図3に示すように、燃焼器22で生成された燃焼ガス(図1の矢印)により液体原燃料を蒸発させて原燃料蒸気(図1の白抜矢印)を生成する蒸発室50と、この蒸発室50で生成された原燃料蒸気を蒸発室50を出た燃焼ガスにより加熱する加熱室60と、蒸発室50を出た燃焼ガスを蒸発室50の床面50Aに沿わせながら加熱室60へ送る案内通路70とを備えている。

【0022】すなわち、蒸発室50には、燃焼器22から供給された燃焼ガスを流通させる複数の熱媒チューブ51と、この熱媒チューブ51に向けて液体原燃料を噴霧させるノズル52とが設けら

れている。これら熱媒チューブ51は、いずれも直管とされ、断面矩形をなす蒸発室の高さ方向には入れ子状となるように3段配置され(図1参照)、また、幅方向には互いが近接するように多数並列配置されている(図2(a)、(b)参照)。

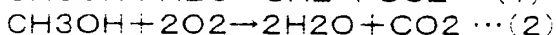
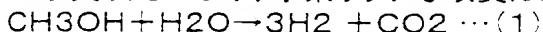
【0023】また、熱媒チューブ51は、各段毎に千鳥状をなすように配列され、最外段の熱媒チューブ51aは、蒸発室50の床面50Aに近接するように位置決めされている。さらに、熱媒チューブ51は、図2(b)に示すように、傾き角 α をもって1段毎に逆相となるように傾斜配置されている。なお、同図中の符号53は、飛散した液体原燃料を熱媒チューブ51側へ戻すためのリターンプレートである。

【0024】他方、加熱室60には、蒸発室50で生成された原燃料蒸気を流通させる複数の蒸気チューブ61が設けられている。これら蒸気チューブ61は、いずれも直状管とされ、その一端は蒸気室50に連通し、他端は改質器23側と連通している。また、蒸気チューブ61は、加熱室60の高さ方向および幅方向に複数段並列配置され、最下段の蒸気チューブ61aの入口は、蒸発室50の床面50Aよりも高位に位置決めされている。

【0025】案内通路70は、熱媒チューブ51を出て蒸発室50の外側に排出された燃焼ガスを蒸発室50の床面50Aに沿わせながら加熱室60側へ送り、この燃焼ガスを加熱室60の床面上流側から再流入させるものである。加熱室60に流入した燃焼ガスは、室内を上昇しながら蒸気チューブ61の周囲を通り、その過程で蒸気チューブ61を通る原燃料蒸気の加熱に供した後、加熱室60の上部下流側から排出される。

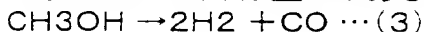
【0026】改質器23には、ハニカム構造体の表面にNi, Ru, Rh, Cu-Zn系等の触媒がコーティングされてなる改質触媒層が設けられている。

【0027】この改質器23に蒸発器21を出た原燃料蒸気が供給されると、以下のオートサーマル改質反応により、水素リッチな改質ガスが生成される。



【0028】反応式(1)は、メタノールと水による改質反応であり、この反応により目的物たる水素が生成される。また、反応式(2)は、メタノールの酸化反応であり、吸熱反応である反応式(1)に必要な熱量は、この酸化反応時の酸化熱により補給される。

【0029】なお、改質器23では、反応式(1)、(2)の他に、不可避免的に起こる以下のメタノール分解反応により、微量ではあるが一酸化炭素が生成される。

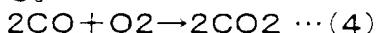


この一酸化炭素は、燃料電池本体10内のPt触媒を被毒して、発電効率を低下させるとともに電池寿命を短くするため、下流に配置されたCO除去器24で除去される。

【0030】改質器23とCO除去器24の間には、改質器23から出た改質ガスを冷却し、CO除去器24内の選択酸化触媒を熱破損から保護する目的で、熱交換器26が設けられている。

【0031】CO除去器24には、ハニカム構造体の表面にPt, Ru系等の触媒がコーティングされてなる酸化選択触媒層が設けられている。

【0032】このCO除去器24に、熱交換器26を通して冷却された改質ガスと空気の混合気が供給されると、以下のCO選択酸化反応により、改質ガスに含まれていた一酸化炭素が除去される。



【0033】CO除去器24と燃料電池本体10間には、熱交換器27が設置されている。この熱交換器27は、改質器23とCO除去器24間に設置された熱交換器26と同様に、CO除去器24から出た改質ガスを冷却し、燃料電池本体10内のPt触媒を熱破損から保護する目的で設置されたものである。

【0034】次に、本実施形態に係る燃料改質装置20の動作例について説明する。まず、冷機始動時には、蒸発器21、改質器23、及びCO除去器24の暖機を必要とするため、燃焼器22にメタノールを噴霧するとともに酸素リッチな空気を供給してメタノールを燃焼させ、これにより発生した燃焼ガスを蒸発器21へ送り、蒸発器21を暖機する。同様に、始動燃焼器25にもメタノールおよび空気を供給し、発生した燃焼ガスを改質器23へ送り、改質器23およびその下流に配備されたCO除去器24を暖機する。

【0035】そして、蒸発器21が液体原燃料を蒸発させ得る温度に達し、かつ改質器23およびCO除去器24内の改質触媒層32および選択酸化触媒層42が活性化温度に達したところで、始動燃焼器25へのメタノール噴霧を止めるとともに、液体原燃料をノズル52により蒸発器21に供給する。すると、蒸発室50では、液体原燃料が熱媒チューブ51に噴霧されるが、この熱媒

チューブ51には、燃焼器22で生成された燃焼ガスが流通しているため、噴霧された液体原燃料は蒸発して原燃料蒸気となる。

【0036】このとき、噴霧された液体原燃料は、高温の燃焼ガスが通る熱媒チューブ51の外面に直接吹き付けられ、瞬時に蒸発するため、蒸発残りは殆どない。さらに、各段の熱媒チューブ51が千鳥配置されているため、上段の熱媒チューブ51間を通過した液体原燃料は、必ず下段の熱媒チューブ51上に吹きかかり、また、側面方向へ飛散した液体原燃料は、リターンプレート53により熱媒チューブ51側に戻されるため、床面50Aへの燃料落下は有効に防止される。

【0037】よって、必要量の供給液体原燃料に対して必要量の原燃料蒸気を改質器23へ送ることが可能になるとともに、蒸気不要時（例えば、本燃料電池システムを車載した場合の減速時）における蒸気カットを有効に行うことが可能となる。また、蒸発残りが順次蒸発することによる内圧上昇のおそれも回避できるから、耐圧構造が不要となり、蒸発器21の小型化も可能となる。

【0038】このようにして蒸発室50で生成された原燃料蒸気は、後段の加熱室60内に設置された蒸気チューブ61へ導入される。このとき、熱媒チューブ51を出た燃焼ガスは、案内通路70を通過して加熱室60に供給されているため、蒸気チューブ61に導入された原燃料蒸気は、蒸気チューブ61の周囲を通る燃焼ガスとの熱交換により、加熱される。

【0039】ここで、蒸発室50を出た燃焼ガスは、蒸発室50の床面50Aに沿って流れるとともに、最下段の熱媒チューブ51aが床面50Aに近接して配置されているため、燃料噴霧時の飛散等により液体原燃料が瞬時蒸発されずに床面50Aに液滴状態で落下することがあっても、液溜まりを有効に防止することができる。また、仮に液溜まりを生じることがあっても、最下段の蒸気チューブ61aの入口が床面50Aよりも高位置にあるから、蒸気チューブ61への流入のおそれはなく、蒸気温度の安定化は阻害されない。

【0040】そして、加熱室60では、原燃料蒸気が燃焼ガス雰囲気中に配された蒸気チューブ61を流通しながら加熱されるため、これとは逆に、燃焼ガスの流通する熱媒チューブ51の周囲に原燃料蒸気を送る場合とは異なり、均一温度雰囲気下で原燃料蒸気を加熱することができ、蒸気温度の安定化が可能となる。よって、負荷変動に対応して原燃料蒸気の生成量が変動しても、改質に適した温度の原燃料蒸気を改質器23へ送ることが可能となる。

【0041】改質器23では、原燃料蒸気を改質触媒層に通すことにより、反応式(1)、(2)による水素リッチな改質ガスの生成が行われる。改質器23で生成された改質ガスは、約300°Cと高温であるため、熱交換器26を通して約100°Cに冷却したうえで、CO除去器24へ送られる。CO除去器24では、冷却された改質ガスを選択酸化触媒層に通すことにより、反応式(4)による改質ガスからの一酸化炭素の選択除去が行われる。

【0042】CO除去器24でCO除去された改質ガスは、熱交換器27を通して約180°Cから約80°Cに冷却された後、燃料電池本体10へ送られて発電に供され、その発電出力によりモータ30が駆動される。なお、燃料電池本体10から排出された未反応水素を含むオフガスは、オフガスを通って燃焼器22へ戻され、燃焼用燃料として再利用される。

【0043】以上説明したように、本実施形態に係る蒸発器21は、液体原燃料の瞬時蒸発および負荷変動に対する蒸気温度の安定化を可能にするものであり、また、熱媒チューブ51にU字管を使用してサーマルサイクルに対する熱応力の緩和を図って耐久性向上を可能にするとともに、矩形断面の箱型シェル&チューブ式による熱交換形態とすることによる低圧損で高効率な原燃料蒸気の生成をコンパクトなパッケージングで可能にしたから、車載用の燃料電池システムに好適である。

【0044】すなわち、車載用の燃料電池システムでは、モータ30の要求出力によって燃料電池本体10の発電出力が決まるため、燃料改質装置20には、燃料電池本体10での発電出力に必要な量の水素を含む改質ガスを応答性良く生成することが要求されるが、上述したように、本実施形態の燃料改質装置20は、従来のボイラや熱交換器とは異なる出力応答型の蒸発器21を備えるから、かかる要求を満たすことができる。

【0045】なお、本実施形態では、蒸発器21の蒸気室50に、U字管からなる熱媒チューブ51を設置した構成例について説明したが、これに代えて、図4に示すような3パス式の熱媒チューブ81を有する構成としてもよい。また、熱媒チューブ51、81の段数を4段以上に設定してもよい。これらの場合には、蒸発室50でより多くの原燃料蒸気を生成することができるから、大きな出力を要求される燃料電池システムに好適である。

【0046】さらに、図5に示すように、蒸発器21とは別に、蒸発室50で生成される原燃料蒸気の

不足を補給する補助蒸発器90を付設してもよい。この補助蒸発器90は、蒸発器21と同様に液体原燃料を内部で蒸発させて原燃料蒸気を生成するものであり、蒸気生成用の熱媒には、蒸発器21の加熱室60を出た燃焼ガスが利用される。

【0047】また、補助蒸発器90は、負荷の急増に対応して原燃料蒸気の必要量が急増した場合の補給を目的とするから、順次蒸発で足り、例えばプレート式熱交換器と同様に構成されている。この補助蒸発器90で生成された原燃料蒸気は、導入管92を通過して蒸発器21の蒸発室50へ導入されるが、その導入量は、モータ30の要求出力に基づき開閉されるON/OFF弁93により調節される。

【0048】次に、この補助蒸発器90の動作について説明する。補助蒸発器90には、外部から供給された液体原燃料が液相状態となって貯留されているとともに、蒸発器21の加熱室60を出た燃焼ガスが供給されているため、液体原燃料が順次蒸発して原燃料蒸気が生成されている。ただし、通常運転時には、ON/OFF弁93が閉じているため、液相と気相が一定圧力下で平衡している。

【0049】この状態から、モータ30の要求出力が急激に増大した場合（例えば、アイドリングからの急発進や低速からの急加速）、蒸発器21の蒸発室50では必要量の原燃料蒸気を瞬時に生成できないため、加速信号に基づきON/OFF弁93が開き、補助蒸発器90で生成された原燃料蒸気が蒸気室50へ補給される。補給された原燃料蒸気は、蒸気室50で生成された原燃料蒸気とともに蒸気チューブ61を流通しながら加熱室60で加熱され、要求出力に見合う量の原燃料蒸気が改質に適した蒸気温度で改質器24へ送られることとなる。

【0050】このように、蒸発器21とは別に補助蒸発器90を備えた構成では、負荷の急増に対応して原燃料蒸気の必要量が急増しても、蒸発器21で瞬時生成可能な原燃料蒸気の不足分をタイミング良く補給することができるため、良好な応答性能の実現が可能となる。しかも、上述の構成では、補助蒸発器90で原燃料蒸気を生成するための熱源に、蒸発器21を出た燃焼ガスを利用するため、蒸気生成のために新たなエネルギーを必要とせず、システム全体のエネルギー発生効率を向上させることが可能となる。

【0051】さらに、補助蒸発器90で生成された原燃料蒸気を蒸気室50に導入し、蒸発室50で生成される原燃料蒸気とともに蒸気チューブ61に通して加熱室60で加熱する構成としているから、原燃料蒸気を蒸発器21の後段で補給する場合のように、単に必要な量の原燃料蒸気を確保できるだけのものにとどまらず、負荷急増時に、補給分を含む必要量の原燃料蒸気を改質に適した蒸気温度にしたうえで、改質器23へ送ることが可能となり、要求出力の急増に対する応答性の更なる向上が可能となる。

【0052】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、以下の効果を得ることができる。

(a) 液体原燃料を燃焼ガスの通る熱媒チューブに噴霧して瞬時蒸発させ、蒸発残りをほとんどなくしたことにより、必要量の供給液体原燃料に対して必要量の原燃料蒸気を的確に生成することが可能となるだけでなく、蒸気不要時における蒸気カットも有効に行うことが可能となる。また、蒸発残りが順次蒸発することによる内圧上昇のおそれを回避して耐圧構造を不要としたことにより、蒸発器の小型化ひいては燃料改質装置の小型化の実現が可能となる。

【0053】(b) さらに、蒸発室で生成した原燃料蒸気を燃焼ガス雰囲気中に配された蒸気チューブに通して加熱することにより、均一温度雰囲気下での加熱が行えるから、液体原燃料の供給量が種々変動した場合であっても、原燃料蒸気の加熱温度をより安定化させることができる。よって、負荷変動に対応して原燃料蒸気の生成量が変動しても、改質に適した温度の原燃料蒸気を改質器へ送ることが可能となる。

【0054】(c) 熱媒チューブを出た燃焼ガスを蒸発室の床面に沿わせながら加熱室へ送るようにしたことにより、仮に燃料噴霧時の飛散等により液体原燃料が瞬時蒸発されずに蒸発室の床面に液滴状態で落下することがあっても、燃焼ガスによって床面が加熱されるから液溜まりを防止でき、蒸気不要時の蒸気カットをより有効に行うことが可能となる。

【0055】(d) 蒸発器を出た燃焼ガスを熱媒にして原燃料蒸気を生成する補助蒸発器を備えることにより、負荷の急増に対応して原燃料蒸気の必要量が急増した場合であっても、蒸発器で生成可能な原燃料蒸気の不足分をタイミング良く補給し得て、良好な応答性能の実現が可能となる。しかも、補助蒸発器で原燃料蒸気を生成するための熱源に、蒸発器を出た燃焼ガスを利用するため、蒸気生成のために新たなエネルギーを要せず、システム全体のエネルギー発生効率の向上が可能となる。

【0056】e 補助蒸発器で生成された原燃料蒸気を蒸発室へ導き、加熱室を経由させて改質器へ送ることにより、蒸発室で生成された原燃料蒸気と同様に、補助蒸発器で生成された原燃料蒸気も加熱室で加熱することができるため、負荷急増時に、単に必要な量の原燃料蒸気を確保できるだけのものにとどまらず、補給分を含む必要量の原燃料蒸気を改質に適した蒸気温度にしたうえで、改質器へ送ることが可能となり、要求出力の急増に対する応答性の更なる向上が可能となる。

図の説明

【図面の簡単な説明】

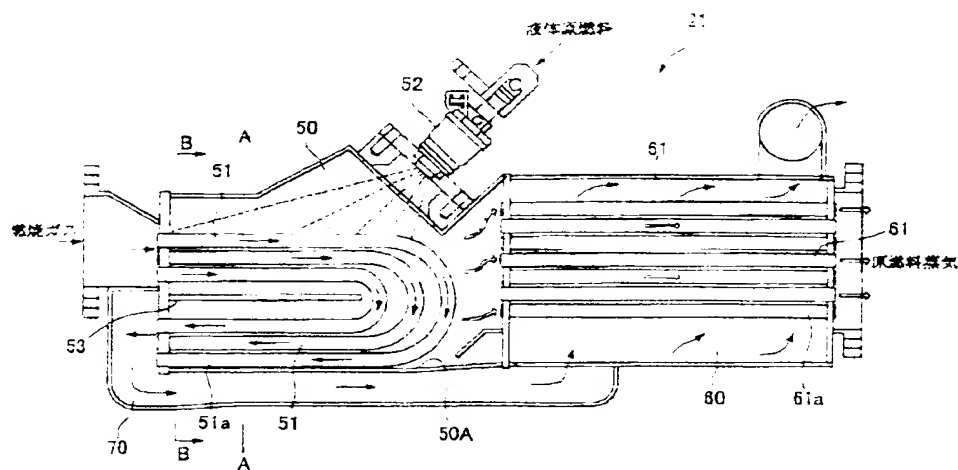
- 【図1】 本発明の一実施の形態に係る蒸発器の縦断面図である。
- 【図2】 (a)は図1に示す蒸発器のA-A線断面図、(b)はB-B線断面矢視図である。
- 【図3】 図1に示す蒸発器とその前段に連結された燃焼器を示す縦断面図である。
- 【図4】 蒸発器の他の構成例を示す縦断面図である。
- 【図5】 図1に示す蒸発器に補助蒸発器を付設した構成を示す平面図である。
- 【図6】 本発明に係る燃料改質装置と燃料電池本体とにより構成される燃料電池システムを示す全体構成図である。

【符号の説明】

- 21 蒸発器
- 23 改質器
- 50 蒸発室
- 50A 床面
- 51、51a 熱媒チューブ
- 60 加熱室
- 61、61a 蒸気チューブ
- 70 案内通路
- 90 補助蒸発器

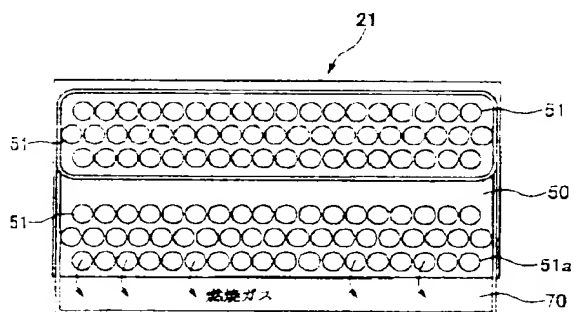
図面

【図1】

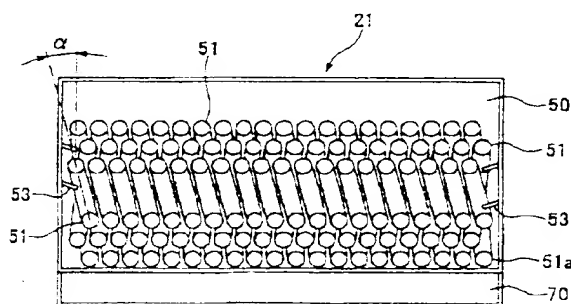


【図2】

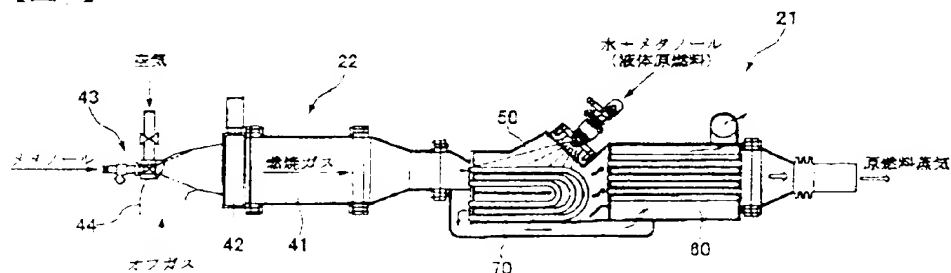
(a)



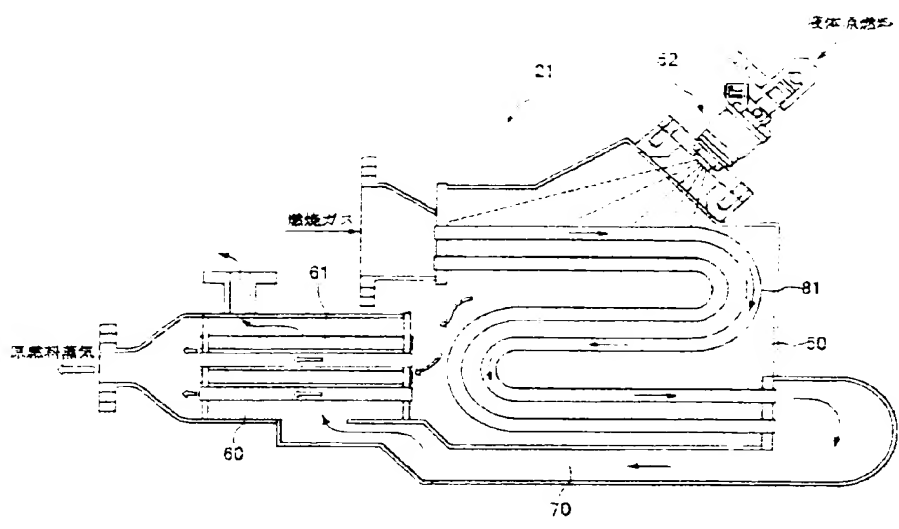
(b)



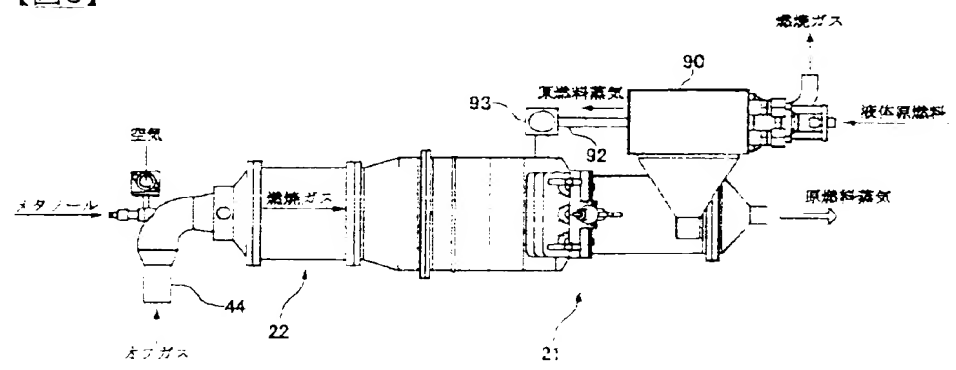
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

